

## ⑫ 公開特許公報(A)

平2-227400

⑬ Int. Cl.<sup>3</sup>

識別記号

庁内整理番号

⑭ 公開 平成2年(1990)9月10日

B 64 G 1/38  
F 16 F 15/02A 8817-3D  
A 6581-3J

審査請求 未請求 請求項の数 4 (全13頁)

⑮ 発明の名称 宇宙構造物制振装置

⑯ 特 願 平1-46479

⑰ 出 願 平1(1989)3月1日

⑱ 発 明 者 岡 本 修 東京都東大和市上北台2-880 上北台住宅5-301  
 ⑱ 発 明 者 中 谷 輝 臣 東京都町田市本町田2379 木曾住宅ホ-6-212  
 ⑱ 発 明 者 鈴 木 誠 三 東京都三鷹市新川3-8-4  
 ⑱ 発 明 者 桑 野 尚 明 東京都調布市深大寺東町7-43-3 航鷹寮  
 ⑲ 出 願 人 科学技術庁航空宇宙技術研究所 東京都調布市深大寺東町7丁目44番地1  
 ⑲ 出 願 人 川崎重工業株式会社 兵庫県神戸市中央区東川崎町3丁目1番1号  
 ⑲ 出 願 人 株式会社不二越 富山県富山市石金20番地  
 ⑳ 代 理 人 弁理士 佐藤 文男 外2名

最終頁に続く

## 明 細 書

## 1. 発明の名称

宇宙構造物制振装置

## 2. 特許請求の範囲

1) 複数の宇宙構造要素を結合して組立られる宇宙構造物の制振装置であって、一方の構造要素の結合部に設けられ、他方の被結合構造要素の結合部と係合するラッチ機構を有する結合部材、該結合部材を支持し、それを軸回転と軸方向並進及び軸方向と垂直な平面内で自在に移動させて位置決めする結合部材位置決め装置、被結合構造要素の振動を検出する振動検出手段、該振動検出手段の出力信号によって前記結合部材を前記被結合構造要素の振動を抑制する方向に移動させるように前記結合部材位置決め装置を制御する制御手段からなることを特徴とする宇宙構造物制振装置。

2) 前記結合部材位置決め装置は、結合する一方の構造要素の結合部に固定して形成された固定基筒、該固定基筒に順次偏心して多段に設けられた複数の偏心ローターからなるX-Y面並進ロー

ター、該X-Y面並進ローターの最終段の偏心ローターに設けられたZ軸回転ローター、該Z軸回転ローターに支持されたZ軸並進手段を有し、前記各ローターは、電動直接駆動モータにより各々独立して回転制御されることを特徴とする請求項1記載の宇宙構造物制振装置。

3) 前記結合部材は、前記Z軸並進手段に支持された中空円筒、該中空円筒の外側端部に歪センサーを介して取り付けられ、ドロ-グ係合面とアンビリカル結合部及びドロ-グラッチを有する結合ヘッド、前部にドロ-グ捕獲用ラッチを有し、前記中空円筒内に着脱自在に固定されたプローブ伸張部によってZ軸方向に遠退駆動されるプローブとからなる請求項1又は2記載の宇宙構造物制振装置。

4) 前記結合部材は、前記Z軸並進手段に支持されたプローブであり、該プローブの先端にドロ-グ捕獲用ラッチを有する請求項1又は2記載の宇宙構造物制振装置。

PAT-NO: JP402227400A  
DOCUMENT-IDENTIFIER: JP 02227400 A  
TITLE: DAMPING DEVICE FOR SPACE STRUCTURE  
PUBN-DATE: September 10, 1990

INVENTOR-INFORMATION:

NAME

OKAMOTO, OSAMU  
NAKATANI, TERUOMI  
SUZUKI, SEIZO  
KUWANO, NAOAKI  
SAKAI, YOSHINORI  
ODA, HIROSHI  
UEKUSA, MASAO  
IBA, KOJI

ASSIGNEE-INFORMATION:

NAME

NATL AEROSPACE LAB  
KAWASAKI HEAVY IND LTD  
NACHI FUJIKOSHI CORP

COUNTRY

N/A  
N/A  
N/A

APPL-NO: JP01046479  
APPL-DATE: March 1, 1989

INT-CL (IPC): B64G001/38, F16F015/02

US-CL-CURRENT: 244/161

ABSTRACT:

PURPOSE: To control any vibration in a space structure so quickly by installing a control means which controls a coupling member positioner so as to move a coupling member in a direction of checking vibrations in a coupled structural element by an output signal of a vibration detecting means.

CONSTITUTION: At the active side, there are provided with a damping sensor 32 detecting a strain and a displacement sensor 46, while each structural element at the passive side, there is provided with each rocking sensor 57. Each output out of these sensors is read in order by a multipoint measuring high-speed A/D scanner 55, and a rocking mode at the point of time is analyzed by a high-speed multidimensional rocking analyzer 58, and for damping, a moving position at the passive side is given to a 4-axis controller 59 as a control signal of four axes of X-Y-Z- $\theta$ ; . Then, a signal is given to each controller of each electrically direct driving motor 17 for eccentric rotors 10, 13, a X-axis rotor 15 and a Z-axis rectilinear rotor 23 of a coupling member positioner 5 from this controller 59, controlling output of each motor 17, and a coupled shaft 1 is displaced, whereby the structural element at the passive side is moved in the damping direction, preventing vibrations from occurring.

COPYRIGHT: (C)1990,JPO&Japio

## 3. 発明の詳細な説明

## (産業上の利用分野)

本発明は、宇宙空間に常駐する各種宇宙構造物、例えば恒久的有人宇宙ステーション、各種観測実験プラットフォーム、宇宙工場などの結合、連結部に設け、内外から受ける振動を素早く抑制する宇宙構造物制振装置に関する。

## (従来の技術)

現在の宇宙施設は単体カプセル方式であり、また太陽電池パドルも小規模であるので、制振装置を使用しなければならない大規模な宇宙構造物はまだ実現してなく、大規模な宇宙構造物における制振技術は未開発の分野で実用化した技術はない。

しかしながら、今後本格的な宇宙ステーション等の大規模宇宙構造物の建設が開始されると、宇宙構造物を宇宙で組み立てる際のソフトドッキング技術と共に、宇宙構造物の振動を抑制する制振技術が大きな課題となる。即ち、宇宙構造物は熱歪みや地球往還機等のドッキング時の刺激等、内外の刺激によって振動する状態下であり、構造物

達成を絶ち切るために冗長な自由度を与え、全ての自由度(6方向成分)に対してアクチュエータを設ければ、宇宙構造物の制振は、非常にやり易くなると考えられる。しかし、6方向成分の動きを従来方式のアクチュエータの組合せで補うには、装置が大型化し、さらにはアクチュエータの性能上動きに制限があるため、互いに干渉し、多モードの複雑な大きな揺れに対応するには制御も複雑になる欠点がある。

本発明は、上記実情に鑑み創案されたものであって、その第1の目的は、宇宙構造物の構造要素間の結合部・連結部に設けて、構造要素間の結合と共に、宇宙構造物の振動を検知して素早くその揺れを抑制することができる構造がコンパクトで、且つ微細な動きが可能で、応答性、確実性に優れた宇宙構造物制振装置を提供することにある。

第2の目的は、宇宙構造物の揺れに応じて被結合構造要素を3次元面内の移動と回転を電動直接駆動により素早く行わせることができる宇宙構造物制振装置を提供することにある。

の振幅が大きくなればなる程その影響も大きくなる。宇宙構造物の振動は、微小重力状態下での実験や製造、又は一定姿勢での天体観測に悪影響を及ぼし、それらを良好に遂行するには、宇宙構造物の振動を抑制してその姿勢を確保することが不可欠である。

宇宙構造物の制振技術は、各国ともまだ研究室レベルであるが、宇宙の大型構造物の振動を抑える手段として、スパンの長い柔軟構造部材にエポキシ樹脂等の免振材を貼り合わせた免振方式と、構造物の結合、連結部に制振アクチュエータを設けて揺れを強制的に抑える強制制振方式の2つの方式が考えられている。その中、後者の方式として、従来の各種シングルアクチュエータを、例えば並進のみ、回転のみ、又は並進と回転を行うように適宜組合わせることによって、振動を抑えるようにしたものが提案されている。

## (発明が解決しようとする問題点)

前記後者の方式において、宇宙構造要素間の結合部に、スパンの長い柔軟構造部材の自由振動の

また第3の目的は、結合する被結合構造要素を容易に且つ確実に捕捉して結合させることができる捕捉機能を有する宇宙構造物制振装置を提供することにある。

さらに第4の目的は、構造要素間の連通通路を構成することができる宇宙構造物制振装置を提供することにある。

## (問題点を解決するための手段)

上記第1の目的は、一方の宇宙構造要素の結合部に設けられ、他方の被結合構造要素の結合部と係合するラッチ機構を有する結合部材、該結合部材を支持し、それを軸回転と軸方向並進及び軸方向と垂直な平面内で自在に移動させて位置決めする結合部材位置決め装置、被結合構造要素の振動を検出する振動検出手段、該振動検出手段の出力信号によって前記結合部材を前記被結合構造要素の振動を抑制する方向に移動させるように前記結合部材位置決め装置を制御する制御手段からなる構成によって達成できる。

また、上記結合部材位置決め装置として、結合

部に固定して形成された固定基筒、該固定基筒とZ軸ローターの間に順次偏心して多段に設けられた複数の偏心ローターからなるX-Y面並進ローター、該X-Y面並進ローターの最終段の偏心ローターに設けられたZ軸回転ローター、該Z軸回転ローターに支持されたZ軸並進手段を有し、前記各ローターは、電動直接駆動モータにより各々独立して回転制御される手段からなるものを採用することによって、結合部材を揺動に応じて瞬時に、高精度且つ高トルクで移動することができ、第2の目的を達成することができる。

さらに、前記結合部材を、前記Z軸並進手段に支持された中空円筒と、該中空円筒の外側端部に至センサーを介して取り付けられ、ドロッグ結合面、アンビリカル結合部及びドロッグラッチを有する結合ヘッドと、前記中空円筒内に着脱自在に固定されたプローブ伸張部によって前部に開閉駆動されるドロッグ捕獲用ラッチを有するプローブとから構成することによって、本制御装置が被結合宇宙構造要素を捕獲してドッキングさせること

心ローターの回転パルス数(回転角)が演算され、電動直接駆動モータにより電動直接駆動される。各偏心ローターの回転により、各偏心ローターの回転角度における偏心量が合成され、X-Y面内の並進移動ができる。又、Z軸回転ローターが回転することによって、結合部材が回転して結合されたパッシブ側構造要素をその軸回りに回転させる。さらに、Z軸並進手段が作動することによって、結合部材が前後に移動し、結合された構造要素間の距離を変化させる。各ローターは電動直接駆動されるので、極めて高い分解能を有し、微細な動きを制御することができ、結合部材の高精度な位置決めができる。前記の各度位の組合せにより、パッシブ側構造要素のロール、ピッチ、ヨーの揺れを効果的に抑制することができる。

さらに、結合部材にプローブを有する捕獲装置を設けることによって、プローブにX、Y、Z軸方向の移動及びZ軸の回転 $\theta$ の4方向成分の動きを与えることができ、被結合構造要素を捕獲するときのアライメント機能が飛躍的に向上する。

ができ、且つドッキング後該結合部を介して結合宇宙構造要素間を連通させることができ、上記第3及び第4の目的が達成できる。

一方、結合部材をZ軸並進手段に支持されたプローブで構成することによって、制御装置を小型にコンパクトに構成することができ、小構造物要素の結合部に設けるのに適する。

#### (作用)

結合部材に設けられたラッチ機構により、被結合構造要素を係止して両構造要素を結合する。宇宙構造物の揺れを宇宙構造物の結合部材及び又は被結合部材に設けられた揺動検出手段により、歪、加速度、変位等として検出し、その検出信号から揺れを抑制するために被結合部材に与える動きをX-Y-Z- $\theta$ の4方向成分に分析し、結合部材位置決め装置の各電動直接駆動モータ及びZ軸並進手段に与え、宇宙構造物の揺れに応じて結合部材位置決め装置を駆動する。

結合部材位置決め装置は、該位置制御データーから2次元面内の並進位置を規定するための各偏

また、結合後、捕獲装置を結合部材から除去することによって、結合された両構造要素間が連通状態となり、物資や人間の移動が可能となる。

#### (実施例)

以下、本発明の実施例を図面に基づいて詳細に説明する。

第1図は本発明の宇宙構造物制御装置の1実施例を示し、例えば第7図に示すような宇宙構造物の構造要素間の結合部、連結部のアクティブ側に設けられる。図中、1が被結合構造要素の結合部を固定するラッチ3を有する結合ヘッド2が設けられた結合軸であり結合部材を構成する。本発明は、該結合軸1がXYZ軸方向及び $\theta$ の4成分を有する動きができ、パッシブ側の揺動の発生に応じて揺動を抑制する方向に、パッシブ側の構造要素を結合軸1によって移動制御できるようになっている。結合軸1を保持してその動きを与える装置として、以下に説明するような結合部材位置決め装置5を採用してある。

位置決め装置5は、実験モジュール等アクティ

ブ側構造要素の結合側基盤6に形成された固定基筒7、該固定基筒7に嵌合する円筒外壁8を有し、その軸心から偏心した位置に円筒内壁9が形成された第1偏心ローター10、該第1偏心ローター10の円筒内壁9に嵌合する円筒外壁11を有し、その軸心と偏心した位置に円筒内壁12が形成された第2偏心ローター13、該第2偏心ローター13の円筒内壁12に嵌合する円筒外壁14を有する中空のZ軸回転ローター15からなり、それらがボールベヤリング等の軸受16を介して順次嵌合して回転自在に組立られている。そして、各嵌合部には固定基筒7に対して第1偏心ローター9を、第1偏心ローター10に対して第2偏心ローター13を、第2偏心ローター13に対してZ軸回転ローター15を夫々独立して正逆回転させる直接駆動モーター17が設けられている。18が該モーターを構成する永久磁石であり、19が電機子巻線である。第1偏心ローター10及び第2偏心ローター15は、それぞれの回転角における偏心量に応じてその軸心はX-Y平面内を並進し、

合構造要素を捕捉する捕捉装置35を収納するため、及び結合後構造要素間の物品や人間の移動を可能にするため、中空円筒に形成され、その内側側端面に結合完了以前は該中空部を封鎖し構造要素内の気密を確保するための気密蓋26を取り付けるためのフランジ27が形成されている。また、結合軸の外側端面には、結合ヘッド2を取付ける結合ヘッド取付部28が形成されている。結合ヘッド2は、中央部に被結合構造要素のドロッグの円錐凹部に係合する円錐凸部30が形成され、外周平面適宜位置に結合後構造要素間の信号やエネルギー等の伝達を可能にするために、それらの信号線やエネルギー伝達線を着脱自在に結合するアクチュエーターを有するアンビカルコネクター31が設けられている。またその外周部には、複数個のドログラッチ3を有し、被結合構造要素を捕捉後該ドログラッチのアクチュエータが作動して両者結合する。結合ヘッド2は結合軸1の結合ヘッド取付部28に歪みセンサーからなる制振センサー32を介して取付けられている。制

X-Y面並進ローターを構成する。

前記結合軸1は、位置決め装置5のZ軸回転ローター15に軸受20で回転自在且つその軸心方向(Z軸方向)に移動可能に嵌合されている。結合軸の軸心方向への移動機構として、リニヤモーター等適宜の直線駆動機構が採用できるが、本実施例では、ボールネジ機構を採用してある。結合軸の後部に第1図に示すように、ボール20が嵌合するネジ21が切られ、一方Z軸回転ローターの後端部には内周面にボール20が嵌合したボールネジ駆動リングであるZ軸並進ローター23が直接駆動モーター17を介して設けられている。従って、結合軸1は、第1偏心ローター及び第2偏心ローターを夫々の直接駆動モーターで回転させることにより、その偏心量に応じてX-Y平面内を移動し、Z軸回転ローター15を回転させることによりその軸心回りの回転θを行い、Z軸並進ローター23を回転させることによりZ軸方向に並進運動を行う。

結合軸1は、内部に第2図に示すように、被結

合センサー32は、結合された2つの構造要素間に相対的な揺動が生じた場合に発生するモーメントにより生じる結合部の歪応力を検出するものである。全方向のモーメントの発生を検出するには、結合部の全周にわたる一体型又は全周にわたって密に配列された分散型を採用するのが望ましいが、実用上第6図に示すように、90°間隔で4個配列された分散型で十分である。なお、33は、結合ヘッドと結合側基盤間を気密的に遮蔽し、構造要素内部を気密に保つための気密用ジャバラであり、結合ヘッド又は基盤6に対して回転可能に取り付けられている。34は結合部を気密に保つためのシールリングである。

第2図及び第3図は、上記制振装置において結合軸内にプローブを有する捕捉装置35を設けて、例えば、宇宙構造物本体に補給モジュールや地球往還機をドッキングする等、構造要素を捕捉し結合する状態を図示している。

捕捉装置35は、結合軸1の内側開口端を密閉するハッチカバー兼ねる気密蓋26にプローブ伸

展機構部36を固定し、プローブ37を外方(Z軸方向)に伸展駆動する。プローブ37の外側先端には、ドローグ41に設けられたラッチ係合部材45に係合する爪型ラッチ38が、ラッチアクチュエータ39で駆動されるリンク機構によって開閉可能に設けられている。前記プローブ伸展機構部36は、ボール螺子機構または、リニヤーマータ等適宜の機構が採用できる。一方、被結合構造要素40には、その結合側にハッチを兼ねるドローグ41が形成され、その開口端壁42の中央部には、前記結合ヘッド2の円錐凸部30に係合する円錐凹部43が形成されている。また、ドローグ41には、ドローグハッチドアを兼ねる気密蓋44が開閉自在に設けられ、該気密蓋44の中央部から外側に向けてラッチ係合部材45が突出して設けられ、その先端部46は半球球状になっており、前記プローブの爪型ラッチ38に係合するようになっている。なお、図示されていないが、被結合構造要素をドッキング時、被結合構造要素の位置や状態を検知する為に、結合ヘッド2又は

プローブ先端部に必要によりテレビカメラ等の検知装置を取付ける。

以上のように構成された本実施例の宇宙構造物制御装置は、被結合構造要素を捕捉して結合する機能と、結合後の制御機能との2つの機能を有しているため、まず前段階の結合機能について説明する。

例えば、第2図において宇宙構造物本体である実験モジュールをアクティブ側として、補給モジュールをパッシブ側として結合するものとする。アクティブ側には、上記実施例の制御装置を有し、パッシブ側はドローグ41を有している。補給モジュールが実験モジュールに接近すると、プローブ伸展機構部36が作動してプローブ37が位置決め装置5から前方(Z軸方向)に伸展する。同時に結合ヘッド2に設けられている検知装置により、ドローグの位置を検出し、プローブ37の位置制御データーを得る。該位置制御データーからプローブ37の2次元面内の並進位置を規定するための各偏心ローター10、13の回転パルス数(回

転角)が演算され、各偏心ローターを駆動する電動直接駆動モータ17のコントローラに入力され、各偏心ローターが電動直接駆動される。各偏心ローターの回転により、各偏心ローターの偏心量が合成され、例えば、第1偏心ローター10の中心が固定基筒7の中心からL<sub>1</sub>だけ偏心し、且つ第2偏心ローター13の中心が第1偏心ローター10の中心からL<sub>2</sub>だけ偏心しているとすると、そのZ軸回転ローター15の軸心は、固定基筒7の中心点を中心とする半径L<sub>1</sub>+L<sub>2</sub>の円内を範囲として移動することができ、プローブ37をX-Y面の所望の位置に位置決めができる。又、ドローグ41の回転角度に応じてZ軸回転ローター15が回転して、プローブ37をその軸回りに回転させて、結合面を完全に一致させる。各ローターは電動直接駆動されるので、極めて高い分解能を有し、0.1ミクロンオーダーの微細な動きを制御することができ、高精度の位置決めができる。従って、ドッキング時ドローグ41の位置を検出しながら、その位置に合わせて、プローブ37を2

次元面内での並進移動及び回転させてその位置を微細に制御しながらドローグ41に接近することができ、ドローグ41を確実に捕捉することができる。

プローブ37によるドローグ41の捕捉時、プローブ37の爪型ラッチ38は当初ラッチアクチュエータ39により開いた状態にあり、ドローグ41のラッチ係合部材45の先端部46位置に達すると、ラッチアクチュエータ39が作動して爪型ラッチ38が閉じられ、ラッチ係合部材の先端部46に係合する状態となる(第2図の状態)。この状態から、プローブ伸展機構部36が作動して、ラッチを引き込むと爪型ラッチ38の係合によりドローグ41が次第に引き込まれ、ドローグ41軸心がプローブ37軸心に対して角度θ傾いていても、ドローグ41の円錐凹部43が結合ヘッド2の円錐凸部30に案内されてその姿勢が次第に修正されて、ドローグ41とプローブ37の軸心を一致させて結合ヘッド2とドローグ41開口端部を完全に一致させる。両者が一致するとド

ローグラッチ3のアクチュエータが作動してドロ－グラッチ3がドロ－グ41の開口端部に係合し、両者を気密状態に一体に結合する。同時に結合ヘッド2とドロ－グ41開口端部に設けられたアンピリカルコネクター31のアクチュエータが作動して結合構造要素間の信号線やエネルギー線等のアンピリカル結合が行われる。

両者の結合が終了すると、ラッチアクチュエータ39を作動させて爪型ラッチ38とドロ－グ41のラッチ係合部材45との係合を解き、プローブ37を収縮させる。その状態でプローブラッチ48を作動させて気密蓋26と結合軸端部のフランジ27との係合を解き、捕捉装置35を結合軸から取り外す。また、ドロ－グ41側の気密蓋44も内側に回転すると、実験モジュールと補給モジュールの両者が中空結合軸1を介して連通し、両者間の物資の移動や人間の移動が可能状態に結合される。

次に、このようにして結合されて組立られた宇宙構造物における本実施例装置による制振機能に

れによって生じる6軸の物理量 $X$ ,  $Y$ ,  $Z$ ,  $M_x$ ,  $M_y$ ,  $M_z$ を制振装置に設けたセンサーで捕らえ、と共に、別に制振対象構造物にその揺れを検出する加速度計等のセンサーを設けその信号を加え複合的に制御することにより確実な制振制御が可能となる。

第5図はそのような制御を行う場合のブロック図を示している。該図では、大型外軌道構造物の外側に取付けられる大型制振対象物の代表的な例として、熱発電ミッションを取り付ける展開マスト51、太陽電池パドル52、補給モジュール53、地球往還機54をアクティブ側である宇宙構造物本体50(実験モジュール)に結合して組立てられた宇宙構造物に生じる揺動を抑制する場合の制振装置の制御ブロック図が記載されている。

アクティブ側には、前記した歪を検出する制振センサー32、テレビカメラやレーザー装置等の変位センサー46が設けられ、一方パッシブ側の各構造物要素には、該要素の揺動を検知する加速度計等の揺動センサー57が設けられている。こ

について説明する。

宇宙構造物は無重力状態で揺れるため、その制御はパッシブ側とアクティブ側ともに干渉しつつ制振を行うのが有効である。そのため、第7図に示すような宇宙ステーション等の大型外軌道構造物の内側に有する実験モジュール等の制振対象物構造物に対しては、相対的に微小な3軸並進運動の変位量 $X$ ,  $Y$ ,  $Z$ を検出するよりも、第6図に示すように、3軸モーメント $M_x$ ,  $M_y$ ,  $M_z$ を検出してモーメント制御方式で制御を行うのが効果的である。そのため本実施例では、結合ヘッドと結合軸との結合部に円周状に90°間隔で歪みセンサーを配置し、揺れによる生じるモーメントの発生を円周状の各位置における3軸モーメント $M_x$ ,  $M_y$ ,  $M_z$ を歪みセンサーで捕らえ、その出力信号を高速揺動解析装置で解析して、制振装置にフィードバックして制振を行う。

また、大型外軌道構造物の外側に取付けられる太陽電池パドル、熱発電ミッション等の大型制振対象構造物の支持は、片持ち梁のため、大きな揺

れらセンサーからの出力は多点計測高速A/Dスキャナー55で逐次読み取られ、高速多次元揺動解析装置58でその時点における揺動モードが解析されて、制振のためパッシブ側の移動位置を $X$ - $Y$ - $Z$ - $\theta$ の4軸の制御信号として4軸制御装置59に与え、該制御装置59より位置決め装置の第1偏心ローター10、第2偏心ローター13、2軸回転ローター15、2軸並進ローターの各電動直接駆動モータ17の各コントローラに信号を与え各電動直接駆動モータ17の出力を制御し、結合軸1を変位させて、パッシブ側の構造要素を制振方向に移動させて揺動を制御する。

第4図は、本発明の制振装置の第2実施例を示す。図中、60がアクティブ側の基盤で形成される固定基筒、61が第1偏心ローター、62が第2偏心ローター、63が2軸回転ローター、64がプローブ、65が2軸並進ローターであり、それぞれ前記実施例と同様に電動直接駆動モータ66によって駆動される。該実施例では、2軸回転ローター63に直接プローブ64を取り付けて、

結合後ブローブ64のブローブラッチ67によってドローグと係合して保持するようになっている。従って、該実施例の制振装置の場合は、小型に形成でき結合間で物資の搬送や人間の移動が必要のない構造要素間の結合部や接続部に設けるのに適している。なお、本実施例では、ブローブ64先端に設けられるブローブラッチ67は、ドーム状のブローブヘッド68から突出自在に形成され、ドローグの係合部に突入することによって自動的に開いてドローグ41に係合して捕捉するようになっている。その他の構成については前記実施例と同様である。また、図示されていないが、該実施例においても、各種センサー及びアンビリアル結合部を設けてある。

第7図は、以上のような本発明の制振装置を適用した実験モジュールプラットフォームの概念想定図である。宇宙構造物本体である実験モジュール50は、与圧部70と曝露部71を有し、与圧部の外部にリング軌道72が4本の支持桁73で支持されている。該リング軌道72には、太陽電

池パドル52及び展開マスト51を介して熱発電ミッション74が結合され、マニピュレータ75が移動自在に設けられている。また、与圧部70には、地球往還機54の結合ハッチ76、及び補給モジュール53の結合ハッチ77が設けられ、各々が結合できるようになっている。また、実験モジュールの曝露部71は、交換ユニット78が設置できるようになっている。

前記リング軌道72は、第8図及び第9図に示すように、与圧部外壁にリング軌道面を対称に互いに直角方向に4個の本発明に係る制振装置80a, 80b, 80c, 80dを配置し、その結合軸の結合ヘッドに一端が結合され、他端がリング軌道に回動可能に結合された4本の支持桁73に支持されている。リングをこのような支持構造にすることによって、リング軌道を挟む支点間の距離 $L'$ を大きく取ることができ、 $L'$ をモジュールの直径より大きく取り、モジュールの軸方向長さ $L$ との比 $L/L'$ を小さくすれば、制振の変位も大きく成り、大きな揺れにも対応でき、制振が容易と

なる特徴を有する。例えば、図のように縦揺れが発生した場合、上下の制振装置80a, 80bを、固定し、結合部に設けたセンサーからの信号により算出したモーメントを受け、左右の制振装置80c, 80dにフィードバックし、該制振の結合軸を上下に動かすことによって、効果的に制振を行うことができる。

展開マスト51及び太陽電池パドル52は、それぞれ制振装置81, 82を介して結合され、熱発電ミッション74及び太陽電池パドル52が太陽に追尾してその向きを変えることができると共に、揺れに応じてそれらを変位させその揺れを抑制することができる。また、太陽電池パドル52の各ユニットの結合部の片方のヒンジに、制振装置83が適用され、個々のユニット毎にも制振することができる。

展開マスト51の先端部にも、制振装置84が設けられ、そのバンプ側に熱発電ミッションのコレクター85、レシーバ86、エンジン87及び熱交換器88を取り付けるベース89が結合さ

れている。また、前記レシーバ86は、ベース84に制振装置を介して取り付けられており、それによりコレクターの焦点位置とレシーバ位置との相対位置のアライメントの調整が容易となり、熱発電システムの性能を一段と高めることができる。

さらに、与圧部の地球往還機用結合ハッチ76及び補給モジュール結合用ハッチ77に、第1実施例に記載された制振装置が設けられ、地球往還機や補給モジュールを捕捉してドッキングさせることができると共に、その揺れを自動的に抑制することができる。

上記各結合部に設けられる各制振装置の制御は、結合するバンプ側毎に、フィードバック制御、フィードフォワード制御により、各種揺動センサーからの信号を用いて独立した自律制御回路を組み、分散型AIシステムにより行うと同時に、それらを総括する集中AIシステムによって宇宙構造物全体の制振制御を行うようになっている。

以上のように、宇宙構造物の結合部、達成部に本発明に係る制振装置が設けられているので、宇

宇宙構造物のドッキング・組立時のアライメントが容易であると共に、宇宙構造物が内外から受ける振動を素早く抑制し、新素材や新薬等の実験を行う微小重力状態や、天体観測等を行う姿勢を確保することができる。

(効果)

本発明の宇宙構造物制振装置は、以上のような構成からなり、次のような顕著な効果を奏する。

宇宙構造物の揺れに応じて、単一の位置決め装置で被結合側構造物要素をX-Y-Z- $\theta$ の4方向成分の動きをもってすばやく変位させることができるので、微細な振動から多モードの複雑な大きな揺れまで効果的に制振することができ、且つ装置もコンパクトに構成することができ、また従来のアクチュエータの組合せよりも制御則が比較的単純化できる。

位置決め装置は、各ロータが電動直接駆動されるので、高トルクが得られると共に極めて高い分解能を有し、微細な動きを制御することができ、結合部材の高精度な位置決めができる。

の至センサーの配置図、第7図は本発明の制振装置を適用した宇宙構造物の想定概略斜視図、第8図は実験モジュール支持側面図、第9図は実験モジュールの制振原理図である。

1: 結合軸      2: 結合ヘッド      3: ラッチ  
5: 結合部材位置決め装置      7, 60: 固定基筒      10, 61: 第1偏心ローター  
13, 62: 第2偏心ローター      15, 63: Z軸回転ローター      17, 66: 電動直接駆動モータ      23, 65: Z軸並進ローター  
26, 44: 気密蓋      31: アンピリカルコネクタ      32: 制振センサー      35: 捕捉装置      36: プロープ伸張機構      37, 64: プロープ      38: 爪型ラッチ      40: 被結合側構造物要素      41: ドローグ      45: ラッチ係合部材      47: 変位センサー  
48: プロープラッチ      50: 実験モジュール      51: 展開マスト      52: 太陽電池パドル      53: 補給モジュール      54: 地球往還機      57: 振動センサー      72: リン

結合部材にプロープを有する捕捉装置を設けることによって、プロープにX, Y, Z軸方向の移動及びZ軸の回転 $\theta$ の4方向成分の動きを与えることができ、被結合構造物要素を捕捉するときのアライメント機能が飛躍的に向上する。

結合部材位置決め装置の軸心部を中空の大型に形成することができるので、結合された両構造物要素間が本制振装置を介して連通状態となり、物資や人間の移動が可能となる。

結合部材をZ軸並進手段に直接支持されるプロープで構成することによって、コンパクトに構成することができ、小さな構造物要素間の結合部にも適用することができる。

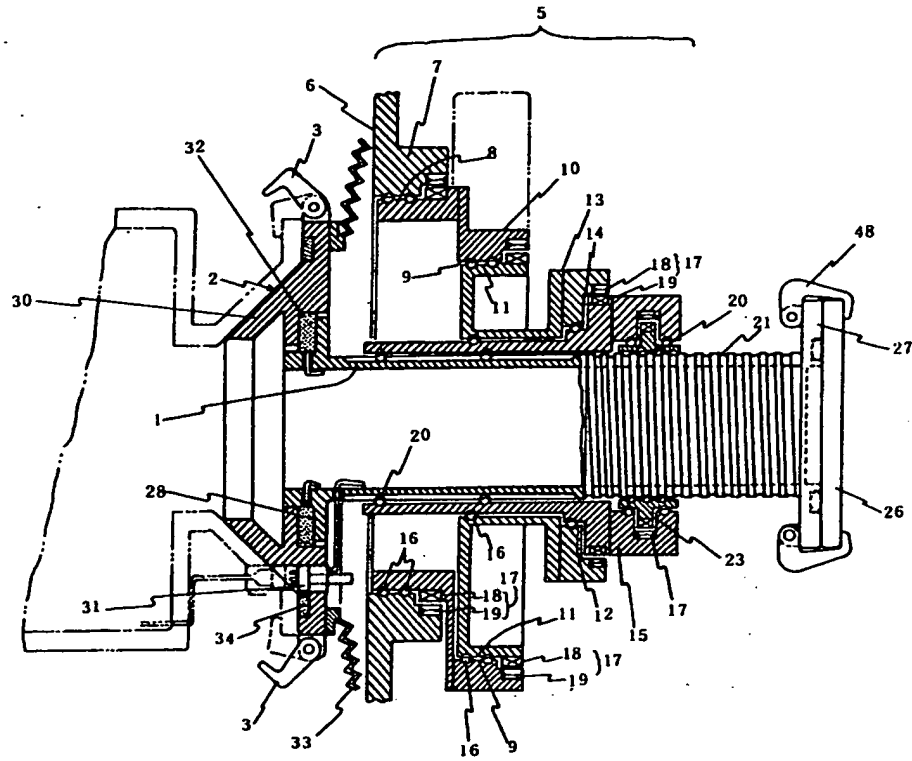
4. 図面の簡単な説明

図面は本発明の宇宙構造物制振装置の実施例を示し、第1図はその側断面図、第2図は被結合側構造物要素を捕捉し結合する動作状態を表す側断面図、第3図は被結合側構造物要素と結合した状態を表す側断面図、第4図は他の実施例の側断面図、第5図はその制御ブロック図、第6図は制振装置

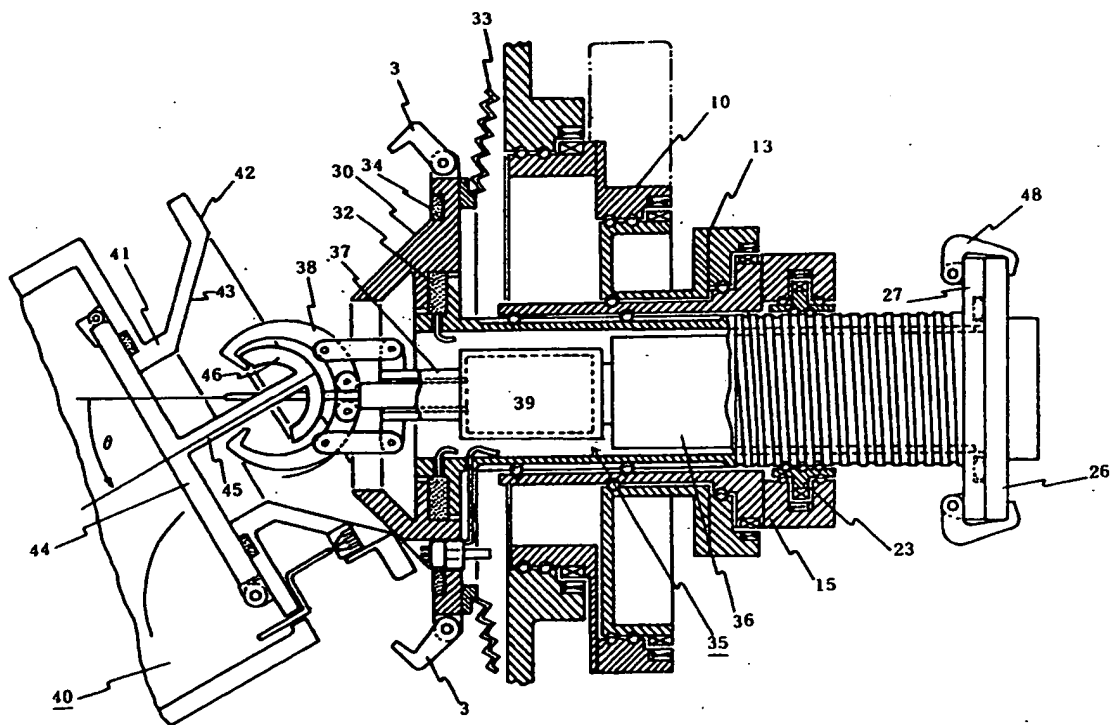
グ軌道      74: 熱発電ミッション      80~  
87: 本発明に係る制振装置

特許出願人 科学技術庁航空宇宙技術研究所長  
長 洲 秀 夫  
(他2名)  
出願人代理人 弁理士 佐 藤 文 男  
(他2名)

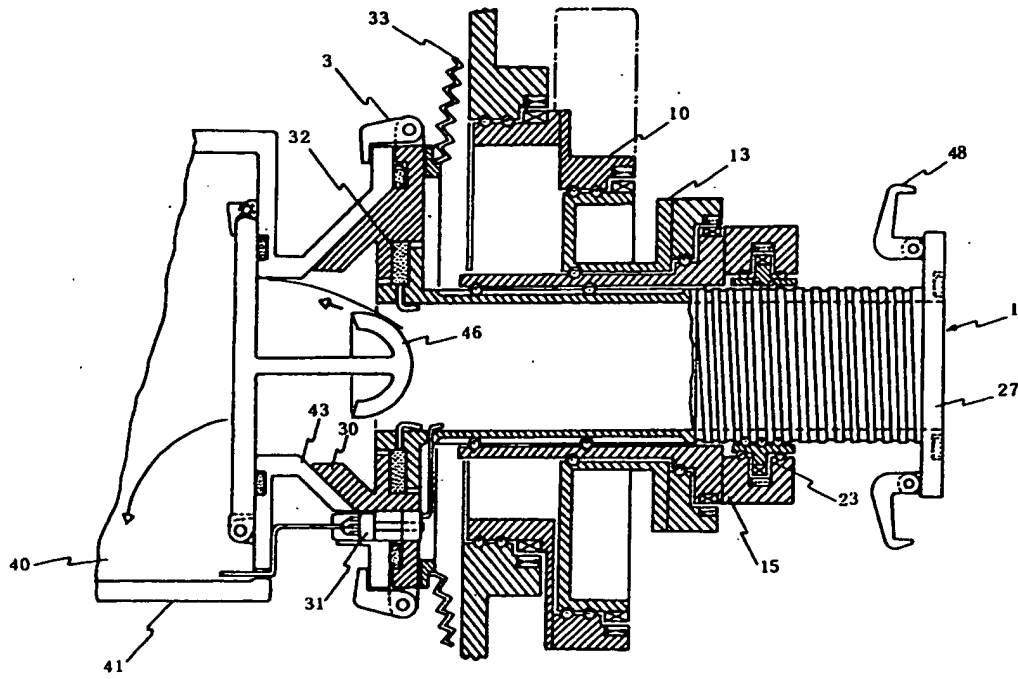
第 1 圖



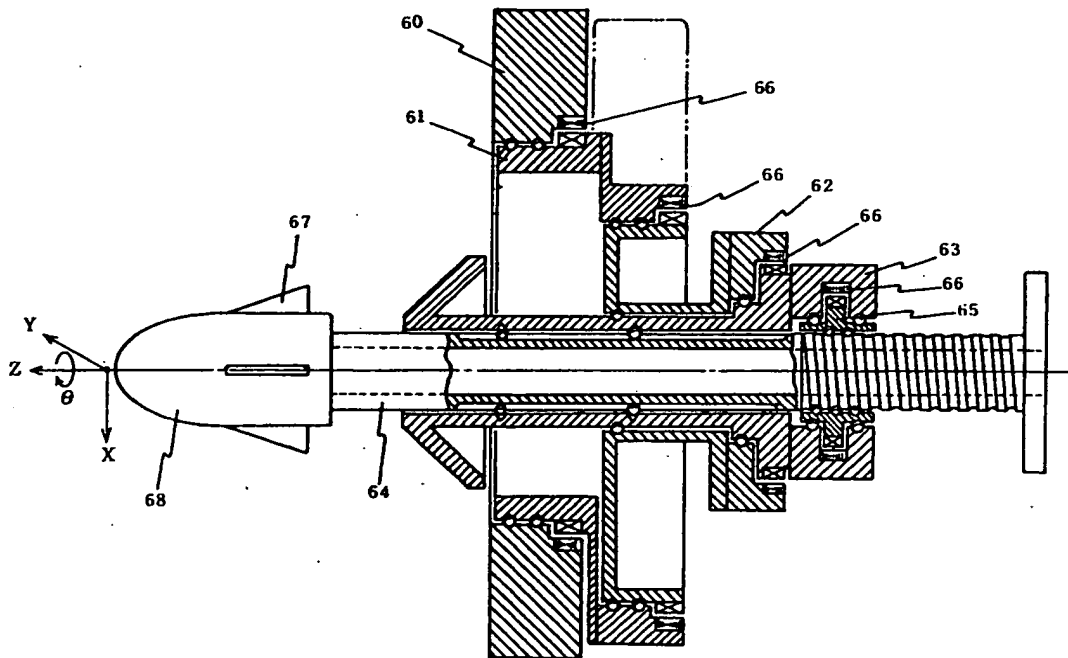
第 2 圖

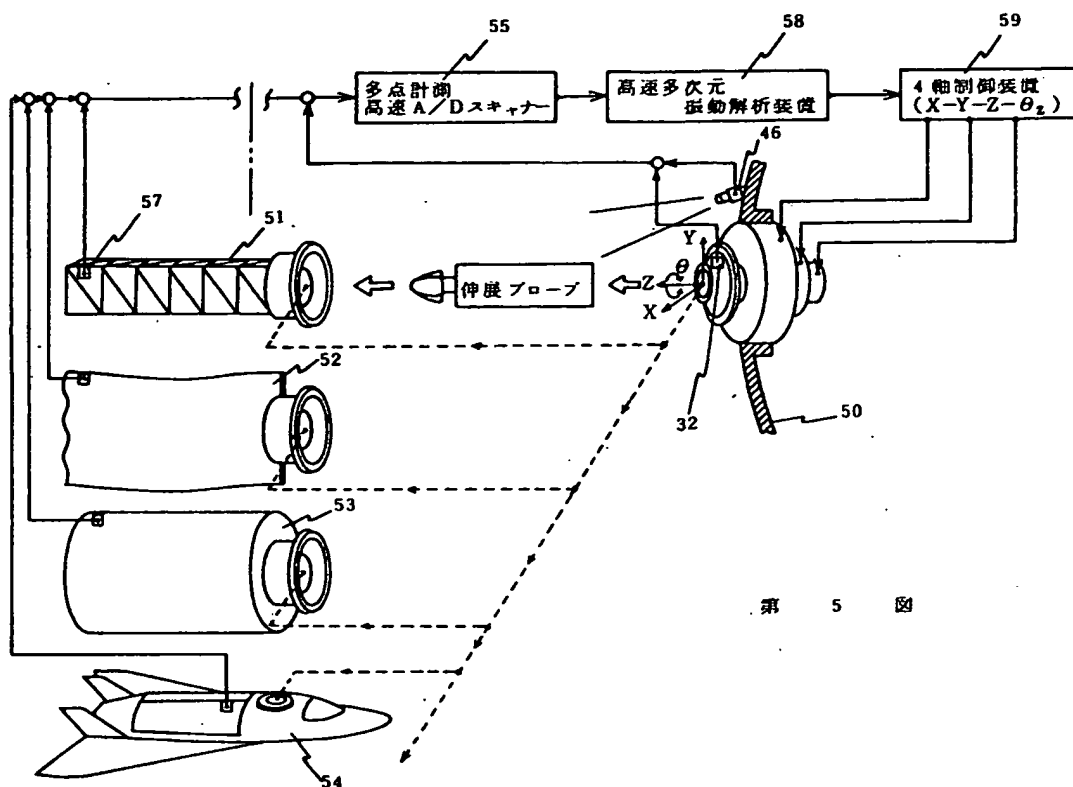


第 3 図

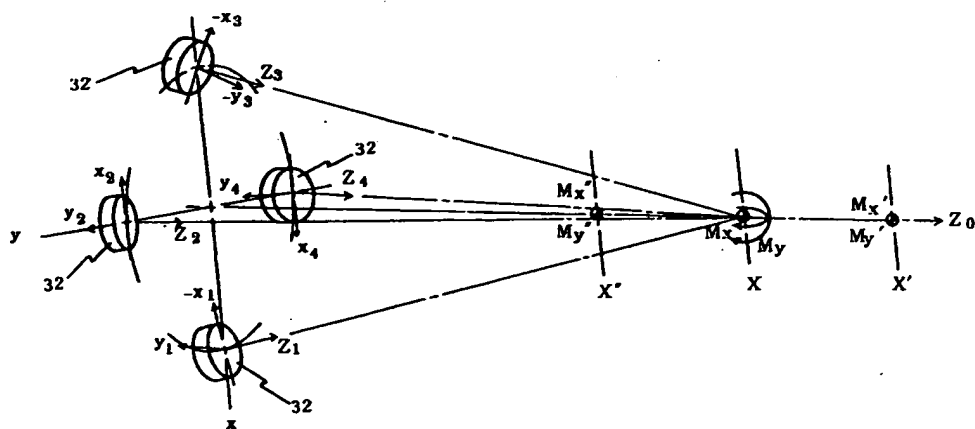


第 4 図

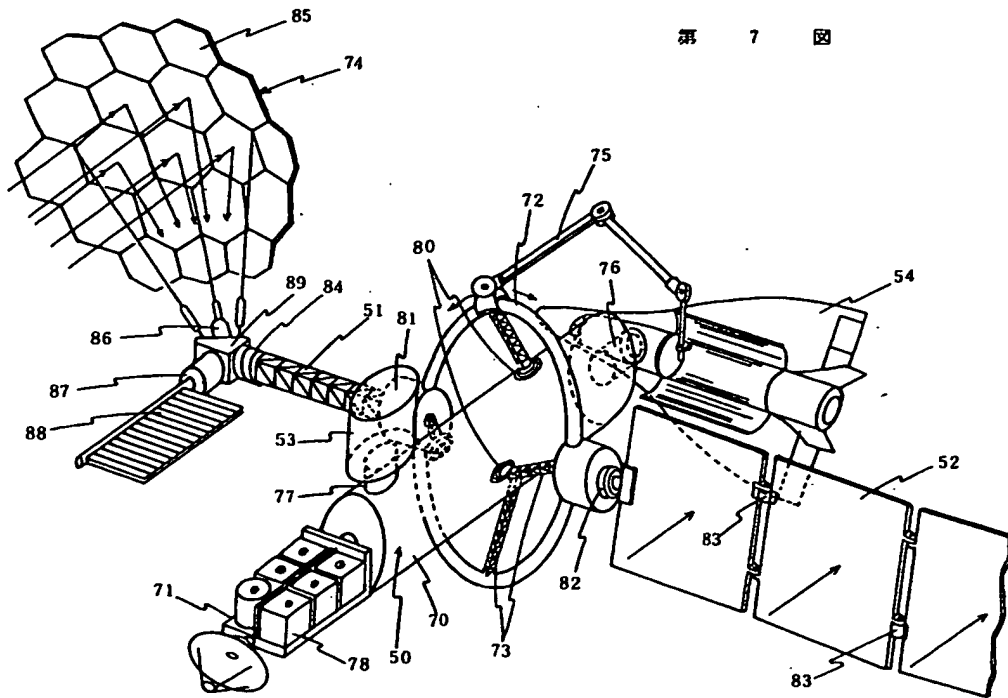




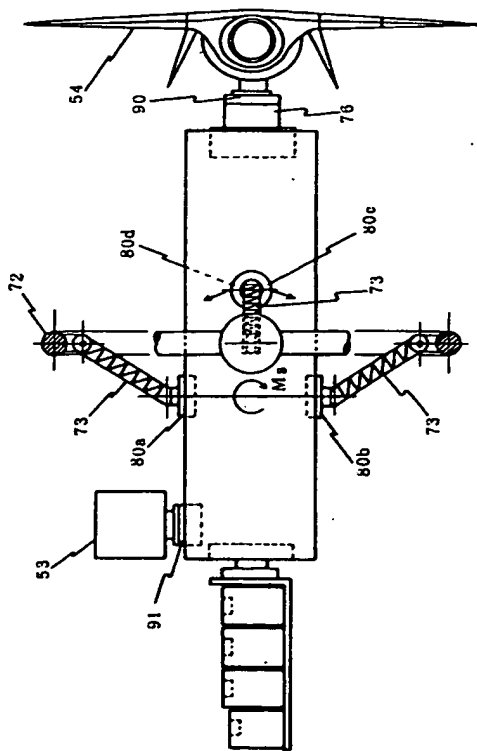
第 6 図



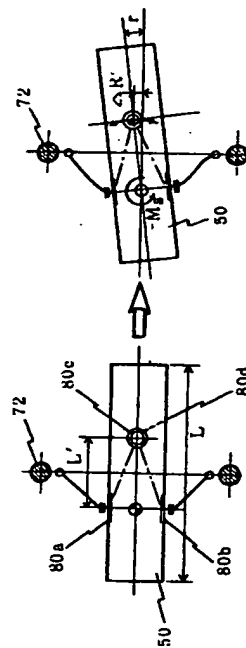
第 7 図



第 8 図



第 9 図



## 第1頁の続き

⑦発明者	坂井	義典	岐阜県各務原市川崎町1番地	川崎重工業株式会社岐阜工場内
⑧発明者	小田	博	岐阜県各務原市川崎町1番地	川崎重工業株式会社岐阜工場内
⑨発明者	植草	正雄	富山県富山市石金20番地	株式会社不二越内
⑩発明者	伊庭	剛二	富山県富山市石金20番地	株式会社不二越内